

2

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284552

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

H04B 3/54

H04B 3/54

H04J 13/00

H04J 13/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-80886

(22) 出願日

平成10年(1998)3月27日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 小泉 吉秋

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 樋熊 利康

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 落合 淑子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

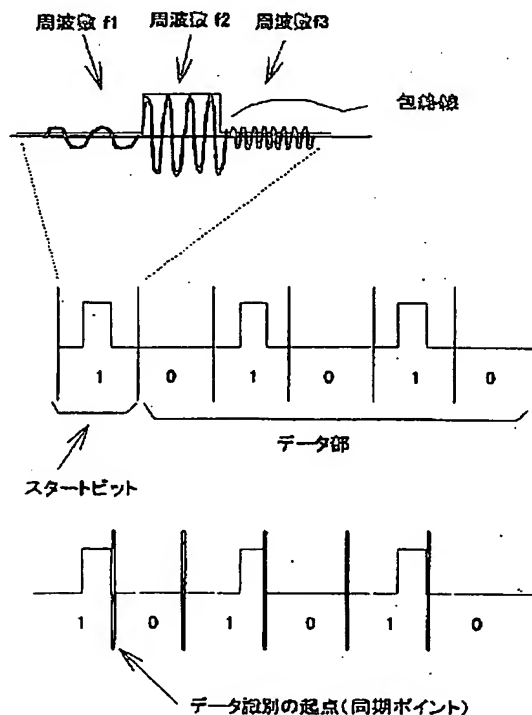
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 電力線搬送通信システム

(57) 【要約】

【課題】 信号周波数を切り替える必要がなく、ノイズや減衰量が時間的に変動しても通信可能であり、n対nの通信において、信号周波数の同調を必要とすることなく、設置場所における電力線の特性の違いやノイズ変動、減衰量の変動が生じて通信可能な電力線搬送通信システムを得る。

【解決手段】 電力線搬送装置22から電力線21へ送出される電力線搬送信号は、1ビット分のデータを複数の異なる周波数の波形を離散的に組み合わせて形成し、電力線21を経由した電力線搬送信号の受信では、1ビット分の波形を識別し、電力線21経由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて1ビット分のデータを復調する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力線を伝送路として複数の電力線搬送装置間でデータを送受信する電力線搬送通信システムにおいて、電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1ビット分のデータを複数の異なる周波数の波形を離散的に組み合わせて形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、1ビット分の波形を識別し、電力線経由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて1ビット分のデータを復調することを特徴とする電力線搬送通信システム。

【請求項2】 電力線を伝送路として複数の電力線搬送装置間でデータを送受信する電力線搬送通信システムにおいて、電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1ビット分のデータを複数の異なる周波数の正弦波を離散的に組み合わせて形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、包絡線検波および同期検波により、1ビット分の波形を識別し、電力線経由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて1ビット分のデータを復調することを特徴とする電力線搬送通信システム。

【請求項3】 電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線経由による減衰の少ない周波数波形の電圧レベルに基づいて1ビット分のデータを復調することを特徴とする請求項2記載の電力線搬送通信システム。

【請求項4】 電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線経由による減衰の少ない周波数波形の位相に基づいて1ビット分のデータを復調することを特徴とする請求項2記載の電力線搬送通信システム。

【請求項5】 上記電力線搬送装置から電力線へ送出する電力線搬送信号の1ビット分のデータを形成する周波数の波形の数とその各波形に用いる周波数の種類を選定する手段を備えたことを特徴とする請求項1～4記載の電力線搬送通信システム。

【請求項6】 電力線を経由し受信した電力線搬送信号における異なる周波数の波形のうち、電圧値の減衰量の少ない周波数を検出しその周波数を表示する検出装置を備えたことを特徴とする請求項1～5記載の電力線搬送通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電力線に信号を重畳して、双方向通信を行う電力線搬送通信システムに関し、特に信号の送受信に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 まず、電力線搬送装置はビルや家庭、工場などの様々な場所で電力線に接続され使用される。一方、一般の電力線には多種多様な電気機器が接続されているため、各電力線のインピーダンス、ノイズ、減衰量

は接続される電気機器によって異なるものである。

【0003】 例えば、ノイズについては、電力線にインバータ照明機器が接続された場合には、電力線に漏洩するノイズはインバータ照明機器の各製造メーカーのフィルタ設計によって異なり、さらに、調光式のインバータ照明機器では調光の度合いにより、電力線に漏洩するノイズが変化する。

【0004】 このように電力線を通信媒体とした電力線搬送通信では、専用線のような閉じた系の通信ではなく、一般に開放された系での通信であるため、様々な障害が発生する。このため、送信された信号が伝送中に減衰し、受信点まで届かない場合や、電力線上のノイズが大きく、受信点での信号レベルとノイズレベルの識別ができないため通信が行えなくなる等の通信障害が発生してしまうことがある。そこで、この通信障害を解決するために、従来より各種提案が行われている。

【0005】 図11は、例えば特開昭62-107538号公報に示された従来の電力線搬送装置のシステムブロック図、図12は主通信装置の周波数自動決定動作のフローチャートである。図において、1は主通信装置、2は制御部、3は送信部、4は発振部、5は送受信切換部、6は受信部、7は復調部、8は受信信号強度測定部、9は従通信装置、10は制御部、11は送信部、12は発振部、13は送受信切換部、14は受信部、15は復調部である。16は信号伝送路となる電力線、17、18は電源挿込みプラグ、19、20はコンセントである。

【0006】 次に、動作について説明する。まず、主通信装置1及び従通信装置9の駆動電力はコンセント19、20に挿入された電源挿込みプラグ17、18を通じて供給される。さらに、通信信号もこの部分を通し、電力線16を介して送受信される。ここで、送受信切換部5が送信側、送受信切換部13が受信側に接続された場合について説明する。

【0007】 通信内容である制御信号は制御対象及び通信装置の制御に必要なデータを持ち、制御部2から発せられる。この制御信号は、発振部4からの搬送波に送信部3で変調・増幅を行い、高周波の通信信号となり、送受信切換部5、電源挿込みプラグ17、コンセント19を介して電力線16に出力される。この通信信号は、コンセント20、電源挿込みプラグ18、送受信切換部13を介して受信部14に入る。

【0008】 受信部14において、通信信号選択、増幅を行い、復調部15にて搬送波成分を取り除き、制御信号を取り出し、制御部10に入り、制御信号の内容にそって制御対象及び通信装置の制御が行われる。送受信切換部5が受信側、送受信切換部13が送信側に接続された場合は、2を10、3を11、4を12、5を13、17を18、19を20、20を19、18を17、13を5、14を6、15を7、10を2とそれぞれ置き

換えれば同様の動作で逆方向の通信を行う。

【0009】次に、主通信装置1の周波数自動決定動作を図11、図12を用いて説明する。まず、制御部2にあるカウンタN及び受信信号測定部8で測定された受信信号強度を格納する $\alpha$ 及び $\alpha$ が最大の時のNの値を格納する $N_{max}$ をクリアする。次にNを1つ進め、Nの値に対応する周波数の信号を発振部4で発振させ、これに制御部2より発せられるアドレス1で変調をかけ、送信部3より送受信切換部5を経て電力線16に送信し、一定時間後送信を中止する。Nを1つ進める動作から、ここまでの動作を、送信状態とする。

【0010】次に受信部6をNの値に対応する周波数に同調させ、従通信装置9からの信号を待つ。この状態を信号待ち受け状態とする。この時、従通信装置9が主通信装置1より送信されたアドレス1で変調された通信信号を受信していれば、従通信装置9よりアドレス1で変調された信号が送信されているので、これを復調部7にて検出し、受信信号強度測定部8にて、この信号の強度を測定し、測定値が $\alpha$ より大きければ $\alpha$ に格納し、その時のNの値を $N_{max}$ に格納する。

【0011】また、測定値が $\alpha$ より小さい場合には、 $\alpha$ 、 $N_{max}$ 共にそのままである。アドレス1で変調された通信信号が検出されていない場合は、一定時間経過後、受信を中止し、 $X \geq N$ ならば、Nを1つ進め送信状態に戻る。 $X < N$ ならば、次に $\alpha$ の値を判定し、 $\alpha = 0$ であれば、エラー表示をし、通信を中止する。 $\alpha = 0$ であれば、 $N_{max}$ の値に対応する周波数の信号を発振部4で発振させ、これに制御部2より発せられるアドレス2で変調をかけ、送信部3より送受信切換部5を経て電力線16に一定時間送信する。

【0012】次に、受信部6を $N_{max}$ の値に対応する周波数に同調させる。この時、従通信装置9が主通信装置1より送信されたアドレス2で変調された通信信号を受信していれば、前述の様に従通信装置9よりアドレス2で変調された通信信号が送信されているので、これを復調部7にて検出し、通常動作に移る。アドレス2で変調された通信信号を検出されない場合は、一定時間経過後、エラー表示をし、通信を中止する。

【0013】以上のように、未知の電力線環境（インピーダンス、ノイズ、減衰など）において、電力線搬送装置を使用する場合には、送信する信号周波数を高低に自動的に掃引または切り替え、通信可能な周波数を選定し、主通信装置（主局）と従通信装置（従局）を同調させることにより、通信を確保することができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の電力線搬送通信システムでは、信号周波数選定方式により通信を行い、ノイズが時間的に変動し過大なノイズが発生したり、減衰周波数が変化した場合には、主局は送信する信号周波数を自動的にノイズの少ない周波数帯域や

減衰量の少ない周波数帯域へ切り替えるが、この時、主局と従局で通信する信号周波数を同調させる手順が必要であり、電力線の周波数特性が頻繁に変化するような場合には、電力線の特性が変化する毎に同調させなければならず、同調させている間は一定のレスポンスでの安定した通信ができないという問題点があった。また、主局と従局の1対1の通信では、同調させることが比較的容易であっても、n対nの通信では同調させることが困難であるという問題点があった。

10. 【0015】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、第1の目的は信号周波数を切り替える必要がなく、ノイズや減衰量が時間的に変動しても通信可能な電力線搬送通信システムを得るものである。

【0016】また、第2の目的は、n対nの通信において、信号周波数の同調を必要とすることなく、設置場所における電力線の特性の違いやノイズ変動、減衰量の変動が生じて通信可能な電力線搬送通信システムを得るものである。

20 【0017】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる電力線搬送通信システムは、電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1ビット分のデータを複数の異なる周波数の波形を離散的に組み合わせて形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、1ビット分の波形を識別し、電力線経由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて1ビット分のデータを復調するものである。

30 【0018】また、電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1ビット分のデータを複数の異なる周波数の正弦波を離散的に組み合わせて形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、包絡線検波および同期検波により、1ビット分の波形を識別し、電力線経由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて1ビット分のデータを復調するものである。

【0019】さらに、電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線経由による減衰の少ない周波数波形の電圧レベルに基づいて1ビット分のデータを復調するものである。

40 【0020】また、電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線経由による減衰の少ない周波数波形の位相に基づいて1ビット分のデータを復調するものである。

【0021】また、電力線搬送装置から電力線へ送出する電力線搬送信号の1ビット分のデータを形成する周波数の波形の数とその各波形に用いる周波数の種類を選定する手段を備えたものである。

【0022】また、電力線を経由し受信した電力線搬送信号における異なる周波数の波形のうち、電圧値の減衰量の少ない周波数を検出しその周波数を表示する検出装

置を備えたものである。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1である電力線搬送通信システムの構成図、図2はこの電力線搬送通信システムの電力線搬送装置の構成図、図3はこの電力線搬送装置の部分構成図であり、マイコン部とトランシーバ部のハンドシェイクを示す。図4は電力線に重畳する信号波形形状の一例を示す図、図5は受信信号の検波を示す図、図6は周波数に対する電力線のゲイン特性の一例を示す図、図7は周波数10 に対する電力線のノイズ特性の一例を示す図である。

【0024】図において、21は信号伝送路である電力線、22は電力線搬送装置（以下、装置という）、22a、22b、22cは電力線21に接続される電力線搬送装置（以下、装置という）であり、装置22a、装置22b、装置22c間でデータ伝送を行う。23は装置22に接続される電気機器、23a、23b、23cは装置22a、装置22b、装置22cにそれぞれ接続されるパーソナルコンピュータ（以下、パソコンという）、電力量計、エアコンであり、各種電気機器を示20 す。例えば装置23aにはパソコン23aがシリアル接続され、パソコン23aが電力線21を介して装置22bに接続された電力量計23bの電力量の数値を読み込み、その電力値に従ってエアコン23cを制御する。

【0025】24は装置22を制御するマイコン、25はパソコン23a、電力量計23b、エアコン23c等の各種電気機器が接続され、各種電気機器と信号の送受信を行う外部インターフェース回路（以下、外部I/F回路という）、26は送受信データと電力線搬送信号を相互に変換するトランシーバ、27はFUSE・雷サ20 ジ対策部品31（後述）を介して電力線21と結合する結合回路、28は電力線搬送信号の周波数を設定する周波数設定スイッチであり、ディップスイッチからなる。

【0026】29はメモリ、30はマイコン24をリセットするリセット回路、31は電力線21を経由し雷サージが装置22に入ることを防止するFUSE・雷サ20 ジ対策部品、32は電源回路、33は電源回路32の2次電池である。34はトランシーバ26を制御するマイコン（LSI）、35はD/Aコンバータ、36および37はアンプ、38はA/Dコンバータである。

【0027】次に、動作について説明する。電力線搬送通信システムの動作全般について説明する。電力線21へ電力線搬送信号を送信する場合を説明する。まず、パソコン23aが装置22aへ信号を出力する。装置22aでは、マイコン24が外部I/F回路25を介して入力した信号を観測し、この入力信号に従ってトランシーバ26へ送信データを出力する。

【0028】トランシーバ26では、マイコン34がこの送信データをD/Aコンバータ35により電力線搬送信号に変換し、アンプ36を介して結合回路27へ出力50

する。結合回路27はこの電力線搬送信号をFUSE・雷サージ対策部品31を介して電力線21へ送出する。

【0029】電力線21から電力線搬送信号を受信する場合を説明する。電力線21、FUSE・雷サージ対策部品31、結合回路27を介してトランシーバ26が電力線搬送信号を受信する。トランシーバ26では、アンプ37を経由して信号を受信し、マイコン34がA/Dコンバータ38により電力線搬送信号を受信データに変換し、マイコン24へ出力する。マイコン24はこの受信データを外部I/F回路25を介してパソコン23aへ出力する。

【0030】なお、装置22bと電力量計23b、装置22cとエアコン23cにおいても、同様に電力線21を伝送路とした電力線搬送信号の送受信が行われる。これにより、パソコン23a、電力量計23b、エアコン23cの各装置22a、22b、22c間における信号の通信が行われる。

【0031】次に、電力線21の特性について、図6、図7を用いて説明する。まず、電力線21の減衰量は、図6に示すように各電力線21毎に周波数特性が異なり、同じ周波数であってもゲインの上下が生じる。これは電力線21に接続されている電気機器23の種類や、電気機器23の接続位置により周波数特性が変化するとともに、複数の装置22間で信号を伝送する場合であっても信号伝送方向の上り下り、すなわち装置aから装置bへ信号伝送する時と装置bから装置aへ信号伝送する時で周波数特性が異なることがある。以上のように、様々な要因により電力線21毎に減衰量の周波数特性が異なる。

【0032】電力線21のノイズは、図7に示すように各電力線21毎に周波数特性が異なり、同じ周波数であってもノイズレベルの上下が生じる。これは電力線21に接続されている電気機器23の種類により周波数特性が変化するとともに、電力線21の周辺に設置されている電気機器23からの誘導ノイズなどの外来ノイズによってもノイズ量に変化する。以上のように、様々な要因により電力線21毎にノイズの周波数特性が異なる。

【0033】次に、電力線21毎に周波数特性が異なる状態での信号通信の動作について、特にマイコン24、トランシーバ26における「論理1」を示す1ビット分の電力線搬送信号の通信動作を中心に説明する。電力線搬送信号の送信動作について説明する。まず、周波数設定スイッチ28により、電力線搬送信号に用いる周波数に設定する。例えば、周波数f1とf2とf3のディップスイッチをONし、このf1とf2とf3を周波数に設定する。

【0034】次に、マイコン24が「論理1」の送信データをトランシーバ26へ出力する。トランシーバ26では、マイコン34が電力線21へ電力線搬送信号の「論理1」を出力するために、D/Aコンバータ35に

より図4に示すように「論理1」を示す振幅で周波数 $f_1$ と $f_2$ と $f_3$ から成る正弦波を離散的に並べた波形形状の信号に変換し、アンプ36を経由させ、電力線搬送信号として結合回路31を介して電力線21へ出力する。なお、複数ビットを送信する場合は、複数のビット分について上記動作を行う。

【0035】次に、電力線搬送信号の受信動作について説明する。送信された電力線搬送信号は、上述のような電力線21の減衰量・ノイズの周波数特性により、電力線21を伝送することによって信号が減衰したり、ノイズの影響を受ける。例えば、図5では周波数 $f_1$ と $f_3$ が減衰し、 $f_2$ が減衰の少ない場合を示している。そこで、電力線21、結合回路31を介し、トランシーバ26が電力線搬送信号を受信する。

【0036】トランシーバ26では、マイコン34がアンプ37を経由した周波数 $f_1$ と $f_2$ と $f_3$ の波形形状の電力線搬送信号をA/Dコンバータ38を経由し、マイコン34でデジタルフィルタリング（ローパスフィルタ）し、波形を包絡線化する。この方式で1ビット分を検波する。また、データフレームにスタートビットを設けることで同期を確保する。例えば、図5に示すように、スタートビットとして「論理1」を送信する。受信側で $f_2$ だけが検知できた場合、そこをビット判定起点として、3回以上、包絡線が検波できなかったときに、「論理0」というビット判定を行うことにより、同期確保が可能になる。なお、複数ビットを受信する場合は、複数のビット分について上記動作を行う。

【0037】以上のように、電力線搬送信号が電力線21を伝送する場合、「論理1」を示す複数の周波数の波形のうち、電力線21の特性によりいくつかの波形が減衰した場合でも、少なくとも1つの波形が減衰が少なく生き残ることにより、データを復調でき、かつ、データにスタートビットを備え、受信側だけで同期をとることにより、送信側と受信側で同調させる必要がなくなり、信号伝送を確実に行うことができる。

【0038】実施の形態2。図8はこの発明の実施の形態2である電力線搬送通信システムのデジタルマッチングによる受信を示す図である。次に、動作について説明する。電力線搬送信号の受信動作以外については、実施の形態1と同様のため、説明を省略し、1ビット分の受信動作について説明する。

【0039】電力線21から結合回路27を介してトランシーバ26が電力線搬送信号を受信する。トランシーバ26では、マイコン34がアンプ37を経由した周波数 $f_1$ と $f_2$ と $f_3$ の波形形状の電力線搬送信号をA/Dコンバータ38によりA/D変換し、デジタル信号にする。そして、このデジタル信号と内部のメモリ29に記憶しているデジタル波形（周波数 $f_1 \sim f_n$ からなる波形）とデジタルマッチングさせ、同期検波方式により同期を確立する。

【0040】さらに、ここで、減衰した周波数 $f_1$ 信号と内部の周波数 $f_1$ 信号、減衰の少ない周波数 $f_2$ 信号と内部の周波数 $f_2$ 信号、減衰した周波数 $f_3$ 信号と内部の周波数 $f_3$ 信号、のそれぞれの信号の電圧レベルの論理積（AND）をとる。この場合は、受信した電力線搬送信号における周波数 $f_1$ は検出できず「論理0」、周波数 $f_2$ は検出でき「論理1」、周波数 $f_3$ は検出できず「論理0」となり、これらの論理値と各周波数における「論理1」を示す内部のデジタル信号の論理積（AND）をとる。これにより、「論理0」、「論理1」、「論理0」が出力される。

【0041】その後、この出力された「論理0」、「論理1」、「論理0」の論理和（OR）をとり、「論理1」としてこの1ビット分の受信信号を復調し、マイコン34はこの「論理1」を示す受信データをマイコン24へ出力する。なお、同期検波と同様に、受信した電力線搬送信号の各周波数信号の位相と内部の周波数信号の位相がずれないように位相をロックするために一定以上の時間が必要な場合は、プリアンプル部を設けても良い。

【0042】実施の形態3。図9はこの発明の実施の形態3である電力線搬送通信システムのデジタルマッチングによる受信を示す図であり、位相によりデータを検出（識別）する方法を示している。

【0043】次に、動作について説明する。実施の形態1の動作と同様の部分は説明を省略し、異なる部分の動作について説明する。送信側では、実施の形態1で示した周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ からなる波形形状において、「論理1」と「論理0」で位相を反転して送信する。例えば、受信側の装置22の内部のメモリ29に記憶している「論理0」を示す波形データと同じ位相の送信データを「論理0」とし、逆位相の送信データを「論理1」として送信する。

【0044】そこで、受信側ではマイコン34によるプリアンプル部により、波形の同期を確保し、内部に保持している波形データ（波形A）とのマッチングさせ、位相の相違に基づいて受信データを復調する。すなわち、同位相であれば「論理0」とし、異なる位相であれば「論理1」とし、受信データの「論理0」、「論理1」を復調する。

【0045】この場合には、電力線21の伝送により、周波数 $f_1$ 、 $f_3$ が減衰し、位相の相違の検出が困難であるが、周波数 $f_2$ が減衰が少ないため、位相の相違の有無が検出でき、この検出結果によりデータを復調できる。なお、受信側の装置22の内部に保持している波形データは、「論理0」のデータだけでなく、「論理1」のデータを保持してもよく、この「論理1」のデータと受信データとの位相の相違を検出し、データを復調してもよい。

【0046】実施の形態4。この装置22は、図3に示すように周波数設定スイッチ5を有し、送受信する周波



数の種類および個数を設定することができる。上記実施の形態 1 ~ 3 では、周波数設定スイッチ 2 8 により、周波数  $f_1$  と  $f_2$  と  $f_3$  のディップスイッチを ON し、この  $f_1$  と  $f_2$  と  $f_3$  を電力線搬送信号に用いる周波数に設定し、3 個の信号を用いたものを示したが、この信号の個数は、信頼性と伝送速度のトレードオフで設定する。

【0047】例えば 5 種類の周波数を組み合わせる場合と 2 種類の周波数を組み合わせる場合では、5 種類の周波数を組み合わせる方が、様々な電力線の周波数変動に 10 対処できるが、その分、実際には必要のない信号も送信されるため、1 ビット長が長くなってしまふ。逆に 2 種類の信号の場合には、電力線変動への適応性は低下するが、1 ビット長が短いため、高速な通信が可能になる。

【0048】また、信号の周波数の種類に関しては、電力線 2 2 のノイズ、インピーダンス、減衰などの周波数特性がある程度、分かっている場合は、有効な周波数を選択することができる。一般的に、電力線 2 2 の周波数特性は高域になるに従って減衰が大きくなるため、信号周波数としては、低域側を利用する。しかし、電力線 2 2 20 のノイズが大きい場合には、低域側のインピーダンスが高く、低周波側にノイズが重畳されやすいため、高域側の信号周波数を選択する。電力線の特性が全く未知の場合には、低域と中域と高域を満遍なく選んでおけばよい。

【0049】実施の形態 5。上記実施の形態 1 ~ 4 では、電力線搬送信号周波数を手動で選定したものを示したが、有効な周波数を検出して選定するようにしてもよい。図 1 0 はこの発明の実施の形態 5 である電力線搬送通信システムの有効な周波数の検出方法を示す図であり、図において、3 9 は検出装置であり、装置 2 2 内の電力線 2 1 との接続部に設けられている。なお、図 1 0 25 では、便宜上、検出装置 3 9 のみ図示している。

【0050】次に、動作について説明する。まず、送信側の装置 2 2 から周波数設定スイッチ 5 で選択可能なすべての周波数で波形を用いて、電力線 2 1 へ電力線搬送信号を送信する。そこで、受信側の装置 2 2 内の検出装置 3 9 において、S/N 比が比較的高い周波数コードをいくつか選定する。

【0051】すなわち、送信側の装置 2 2 が周波数  $f_1$  と  $f_2$  と  $f_3$  と  $f_4$  からなる送信波形を電力線搬送信号として電力線 2 1 へ送出する。この電力線搬送信号は電力線 2 1 により、周波数  $f_2$ 、 $f_3$  が減衰し、周波数  $f_1$ 、 $f_4$  が減衰の少ない状態で受信側の装置 2 2 が受信する。そこで、検出装置 2 9 では、受信する電力線搬送信号の電圧に対してスレッシュホールドレベルを設定し、このスレッシュホールドレベル以上の電圧を有する周波数  $f_1$ 、 $f_4$  を送受信する信号として検出する。

【0052】ここでは、検出装置に LED の発光素子を設け、スレッシュホールドレベル以上の周波数信号を点灯さ

せ、周波数設定スイッチ 5 で選択すべき周波数を報知させる。これにより、有効な周波数として  $f_1$ 、 $f_4$  を選定することができる。なお、この実施形態では、検出装置 3 9 を装置 2 2 内に設けたものについて説明したが、装置 2 2 とは別体の検出装置として構成してもよい。

【0053】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1 ビット分のデータを複数の異なる周波数の波形を離散的に組み合わせることで形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、1 ビット分の波形を識別し、電力線經由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて 1 ビット分のデータを復調することにより、電力線の特性変動に強く、様々な電力線の特性に適応可能な電力線搬送通信システムを得ることができる。

【0054】また、電力線搬送装置から電力線へ送出される電力線搬送信号は、1 ビット分のデータを複数の異なる周波数の正弦波を離散的に組み合わせることで形成し、電力線を経由した電力線搬送信号の受信では、包絡線検波および同期検波により、1 ビット分の波形を識別し、電力線經由による減衰の少ない周波数の波形に基づいて 1 ビット分のデータを復調することにより、電力線の特性が変化しても、主従間で通信に利用する信号周波数の同調を必要とすることなく、n 対 n の通信においてもデータの送受信が可能になり、電力線の周波数特性変動に強く、様々な電力線の特性に適応可能な電力線搬送通信システムを得ることができる。

【0055】さらに、電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線經由による減衰の少ない周波数波形の電圧レベルに基づいて 1 ビット分のデータを復調することにより、主従間の信号の周波数を同調させる必要がなく、n 対 n の通信においてもデータの送受信が可能になり、受信側で、信号の電圧レベルの有無を「論理 0」、「論理 1」に割り当て、データを容易に検出することができる。

【0056】また、電力線を経由して受信した電力線搬送信号を同期検波方式により検出し、電力線經由による減衰の少ない周波数波形の位相に基づいて 1 ビット分のデータを復調することにより、主従間の信号の周波数を同調させる必要がなく、n 対 n の通信においてもデータの送受信が可能になり、受信側で、信号の位相変化を「論理 0」、「論理 1」に割り当て、データを容易に検出することができる。

【0057】また、電力線搬送装置から電力線へ送出する電力線搬送信号の 1 ビット分のデータを形成する周波数の波形の数とその各波形に用いる周波数の種類を選定する手段を備えたことにより、電力線搬送通信に利用しようとする電力線の周波数特性等の特性がある程度分かっている場合には、この選定する手段により、その電力

線の特性に合わせて、最適な信号周波数を組み合わせ、1ビット分のデータを効率的な長さに設定することができ、実効的な伝送速度を速め、かつノイズ、減衰量の変動に強い安定した電力線搬送通信システムを得ることができる。

【0058】また、電力線を経由し受信した電力線搬送信号における異なる周波数の波形のうち、電圧値の減衰量の少ない周波数を検出しその周波数を表示する検出装置を備えたことにより、送信可能なすべての周波数を送信させ、電力線に最も適している信号周波数を調査でき、実効的な伝送速度の速め、かつノイズ、減衰量の変動に強い周波数を選定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1である電力線搬送通信システムの構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1である電力線搬送通信システムの電力線搬送装置の回路構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態1である電力線搬送装置の部分構成図である。

【図4】 この発明の実施の形態1である電力線搬送装置の電力線に重畳する信号波形形状を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態1である電力線搬送装置の受信信号の検波を示す図である。

【図6】 電力線の周波数に対する電力線のゲイン特性

を示す図である。

【図7】 電力線の周波数に対する電力線のノイズ特性を示す図である。

【図8】 この発明の実施の形態2である電力線搬送通信システムのデジタルマッチングによる受信を示す図である。

【図9】 この発明の実施の形態3である電力線搬送通信システムのデジタルマッチングによる受信を示す図である。

10 【図10】 この発明の実施の形態5である電力線搬送通信システムの有効な電力線搬送信号周波数の検知方法を示す図である。

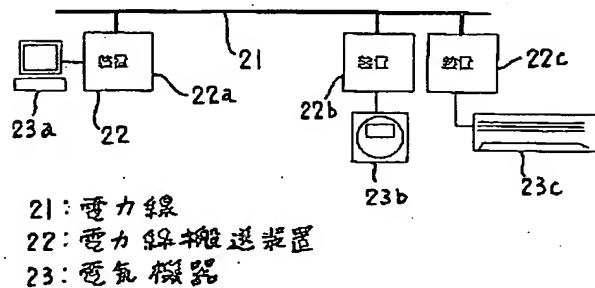
【図11】 従来の電力線搬送装置のシステムブロック図である。

【図12】 従来の従通信装置の周波数自動決定動作のフローチャートである。

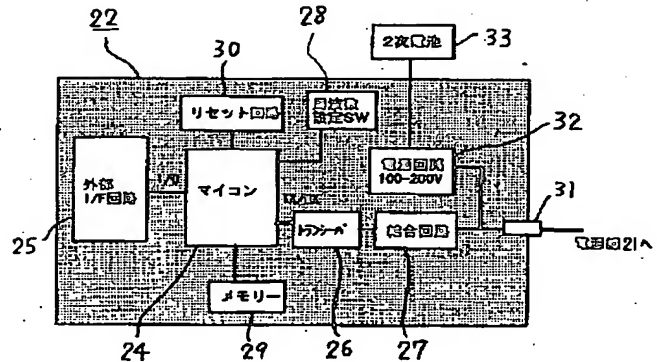
#### 【符号の説明】

21 電力線、 22 電力線搬送装置、 23 電気機器、 24 マイコン、 26 トランシーバ、 28 周波数設定スイッチ、 29 メモリ、 34 マイコン、 35 D/Aコンバータ、 36 アンプ、 37 アンプ、 38 A/Dコンバータ、 39 検出装置。

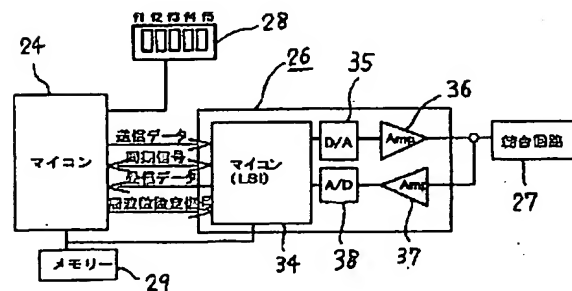
【図1】



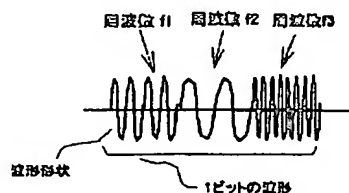
【図2】



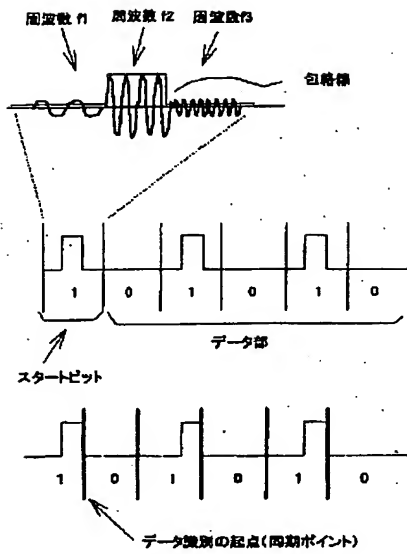
【図3】



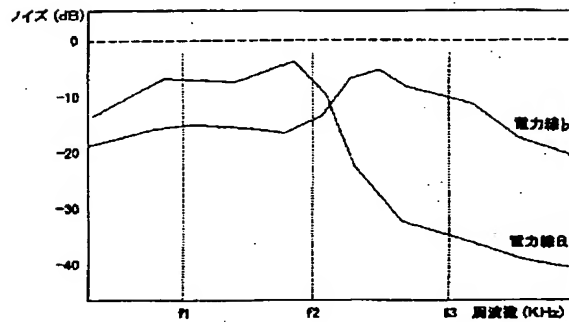
【図4】



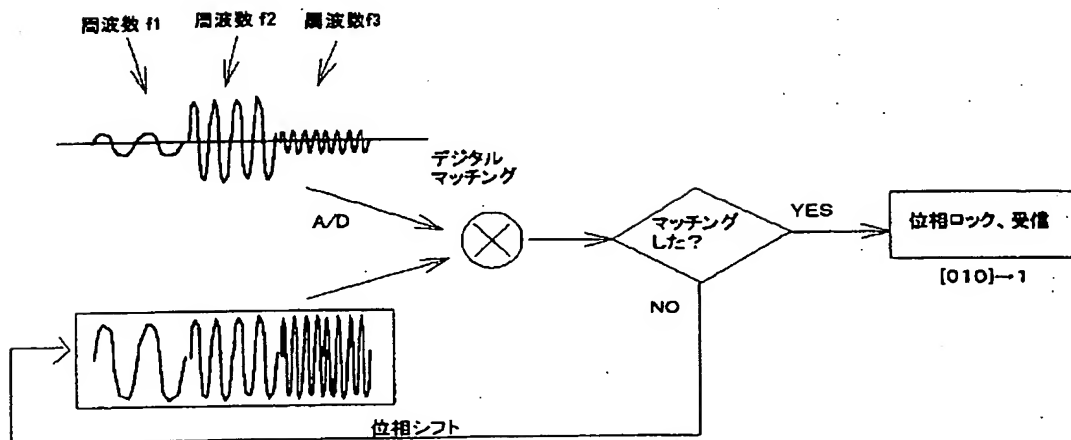
【図 5】



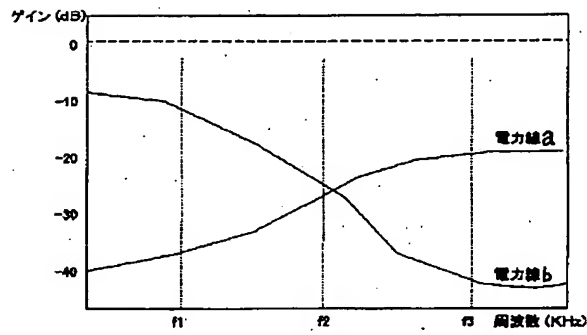
【図 7】



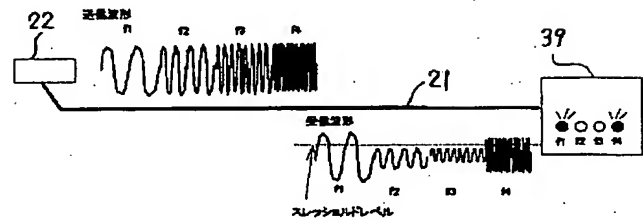
【図 8】



【図 6】



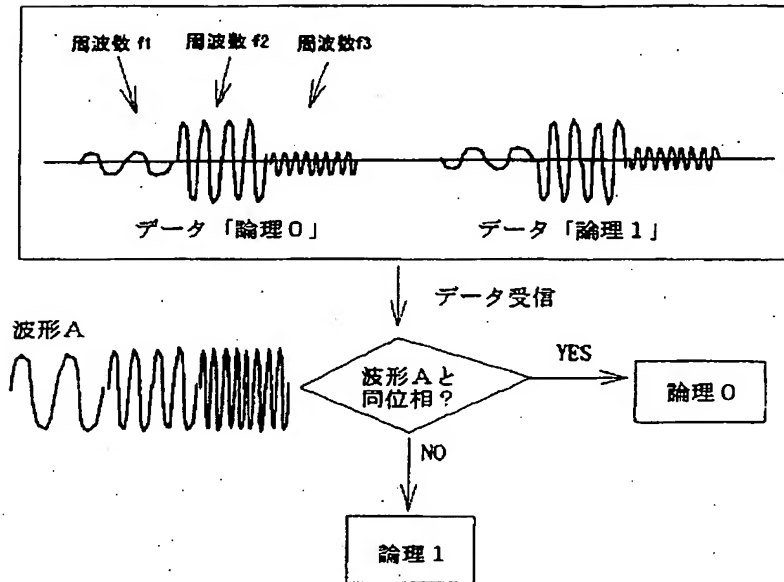
【図 10】



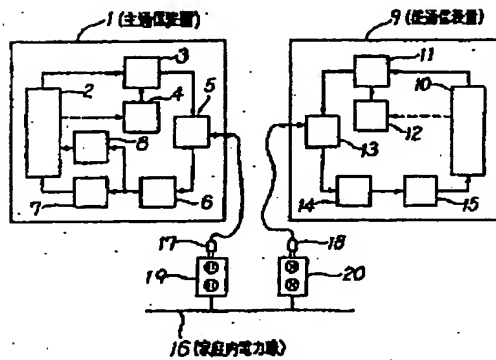
39: 検出装置



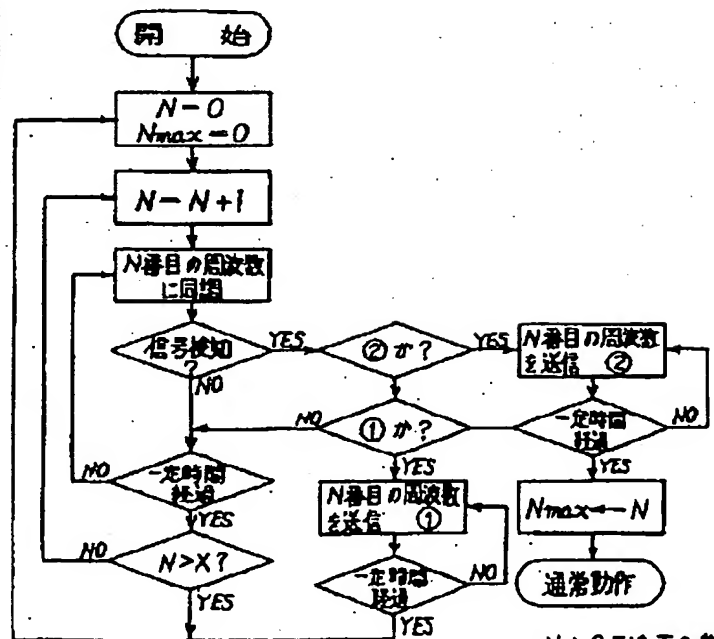
【図 9】



【図 1 1】



【図 1 2】



$N$ : 0 または正の整数  
 $0 \leq N \leq X$   
 $X$ : 通信装置の持つ  
 信号周波数の個数  
 $N_{max}$ : 決定された  $N$  の値  
 ①: フレッシュ 1  
 ②: フレッシュ 2